

IMPLEMENTASI DEEPFACE UNTUK ANALISIS EKSPRESI WAJAH PADA DEBAT CALON WAKIL PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

Eric Julianto¹

Email: ericjulianto00@gmail.com

Safrizal Ardana Ardiyansa²

Email: safrizal.braincore@gmail.com

Theophanie Scholastica Tanzil³

Email: phanie.braincore@gmail.com

Haidar Ahmad Fajri⁴

Email: haidaraf6.braincore@gmail.com

Natasha Clarissa Maharani⁵

Email: natashacm.braincore@gmail.com

^{1,2,3,4,5}Braincore Indonesia

ABSTRAK

Emosi merupakan elemen penting dalam komunikasi *non-verbal* dan pengenalan ekspresi wajah memegang peran kunci dalam memahami respon individu. Model DeepFace berbasis jaringan saraf konvolusional digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan ekspresi wajah secara otomatis pada setiap *frame* video debat. Analisis difokuskan pada ketiga kandidat utama: Muhaimin, Gibran dan Mahfud. Didapatkan hasil dominansi ekspresi sedih pada Muhaimin, ketegangan melalui ekspresi takut pada Gibran dan kecenderungan netral dengan penekanan pada kesan stabil dan rasional pada Mahfud. Dengan menggunakan DeepFace, penelitian ini memberikan wawasan yang berharga tentang respon emosional para kandidat, membuka peluang untuk pemahaman yang lebih baik terkait komunikasi non-verbal dalam konteks debat politik, serta potensi pengaruh ekspresi wajah terhadap persepsi dan respon publik terhadap para pemimpin politik.

Kata Kunci: Analisis Ekspresi Wajah, Debat Calon Wakil Presiden, Deepface, Pengenalan Emosi.

ABSTRACT

Emotions are an important element in non-verbal communication, and recognizing facial expressions plays a key role in understanding individual responses. The DeepFace model based on convolutional neural networks (CNN) is used to automatically detect and classify facial expressions in each frame of the debate video. The analysis focuses on the three main candidates: Muhaimin, Gibran, and Mahfud. The results show the dominance of sad expressions in Muhaimin, tension through fearful expressions in Gibran, and a tendency

towards neutrality with an emphasis on a stable and rational impression in Mahfud. By using DeepFace, this research provides valuable insights into the emotional responses of the candidates, opening up opportunities for a better understanding of non-verbal communication in the context of political debates, as well as the potential influence of facial expressions on the public's perception and response to political leaders.

Keywords: *Deepface, Emotion Recognition, Face Expression Analysis, Vice President Candidate.*

1. PENDAHULUAN

Secara umum emosi adalah bentuk kognitif dinamis dan kondisi fisiologis yang terbentuk dari pengalaman probadi, proses kognitif, pengaruh perilaku, respon fisiologis, dan komunikasi. Situasi yang memicu emosi melibatkan beberapa tahapan pemrosesan informasi, yaitu evaluasi nilai hedonis dari masukan sensorik, respon ekspresif, dan penciptaan perasaan subjektif. Hal ini disebabkan oleh evolusi makhluk hidup terutama manusia untuk menjaga kelangsungan hidup. Meskipun emosi dasar seluruh spesies hampir sama, manusia memiliki kemampuan emosi yang lebih kompleks yang dipengaruhi juga oleh kemajuan pemrosesan informasi dan jaringan sosial. Emosi adalah bentuk perasaan yang mengungkapkan faktor kehidupan apa yang paling diinginkan. Emosi bersifat reaktif dan singkat karena kebutuhan metaboliknya, tetapi emosi dapat menetap dengan dampak maladaptif. Sifat subjektif, variasi waktu, adaptasi, dan perbedaan temperamen individu menyebabkan pengenalan emosi menjadi subjek penelitian yang sangat menantang.

Pengenalan emosi (emotion recognition) adalah kemampuan mesin untuk memprediksi emosi manusia dari berbagai macam sumber seperti survei dengan kuesioner, sinyal fisik, dan sinyal fisiologis. Sinyal fisik mencakup ekspresi wajah dan cara berbicara. Sinyal fisiologis meliputi elektroensefalogram, elektrokardiogram, respons, Galvanic Skin Response (GSR), dan eye tracking. Pengenalan emosi berperan dalam membimbing respons dan tindakan terhadap individu lain yang dapat bersifat ramah atau mengancam. Kemampuan mengenali emosi sangat penting perannya dalam memastikan keberhasilan komunikasi antar individu. Pengenalan emosi melibatkan aspek statis (ekspresi wajah, bahasa tubuh) dan dinamis (pergerakan tubuh). Dalam interaksi alami, ambiguitas dan kecepatan ekspresi mempersulit pengenalan emosi.

Berdasarkan bentuk data dan pendekatannya, studi pengenalan emosi dibagi menjadi ekspresi wajah, emosi pada percakapan berbasis teks, percakapan berbasis suara dan speech,

sinyal fisiologis, dan campuran. Pengenalan emosi penting untuk pengembangan pada area seperti pemasaran (marketing), interaksi manusia dengan robot, kesehatan, monitor kesehatan mental, dan keamanan. Model pengenalan emosi yang ada telah melampaui kemampuan manusia dalam mengidentifikasi emosi melalui gambar dan bidang tersebut masih dalam perkembangan yang signifikan dan menarik untuk diselidiki lebih lanjut.

Deteksi emosi satu individu dengan bantuan ekspresi wajah dikenal sebagai emotion detection. Deteksi ini memiliki beberapa langkah utama, yaitu deteksi wajah, ekstraksi wajah, dan klasifikasi emosi. Proses pengenalan wajah, umumnya, terdiri dari dua tahap. Tahap pertama melibatkan deteksi wajah pada video atau gambar dan tahap kedua melibatkan pengenalan atau identifikasi individu melalui fitur wajah mereka. Secara rinci, kedua tahapan tersebut dapat dibagi lagi menjadi empat langkah yang terintegrasi dalam satu paradigma, sebagaimana dijelaskan oleh Xiao. Tahap pertama menitikberatkan pada deteksi wajah yang dilanjutkan dengan tahap kedua yang melibatkan penyesuaian ukuran dan orientasi wajah dengan wajah yang tersimpan dalam basis data. Langkah ketiga melibatkan analisis wajah dan ekstraksi penanda yang dapat dibedakan, dikenal sebagai titik nodal, dari setiap wajah. Titik nodal ini dapat mencakup hingga 80 poin, seperti mata, hidung, pipi, dan bibir, sementara ciri-ciri lainnya mencakup jarak antara mata atau bentuk tulang pipi subjek. Langkah terakhir melibatkan pencocokan wajah dengan basis data yang ada untuk menentukan apakah wajah dapat diidentifikasi sesuai dengan nilai titik nodal. Hasilnya adalah persamaan yang paling banyak. Namun, dalam penelitian ini, tidak akan melibatkan penggunaan basis data untuk mengidentifikasi titik nodal pada wajah subjek.

Hampir semua bidang seperti ilmu pengetahuan alam dan sosial menggunakan deteksi emosi. Sebagai contoh, deteksi emosi digunakan dalam diagnosa penyakit mental, pemasaran, penegakan hukum, serta pemantauan dan pengawasan. Seiring perkembangan teknologi, algoritma pengenalan wajah seperti DeepFace menjadi salah satu pilihan pertama dalam implementasi deteksi emosi. DeepFace, dengan jaringan saraf konvolusional yang mendalam, memungkinkan analisis ekspresi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi yang mencapai 99,81%. Penerapan DeepFace juga memungkinkan interpretasi lebih rinci dan kontekstual dari ekspresi wajah. DeepFace menjadi sarana yang berpotensi untuk menyelesaikan masalah kompleks terkait deteksi wajah secara efektif.

Penerapan DeepFace dalam analisis emosi pada calon wakil presiden dapat menjadi kunci untuk memahami respon emosional selama debat. Algoritma DeepFace mampu membaca dan

mengenali nuansa emosional yang kompleks, seringkali bersifat ambigu atau terjadi dengan cepat. DeepFace dapat memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana calon wakil presiden merespon pertanyaan, komentar, atau kritik. Demikian penelitian ini diharapkan dapat mengukur emosi kandidat politik selama debat pemilihan umum berdasarkan teknik pengenalan ekspresi wajah yang dapat memberikan kontribusi dalam pemahaman komunikasi non-verbal, khususnya ekspresi wajah, dalam konteks debat politik, serta membuka wawasan baru terkait pengaruh ekspresi wajah terhadap persepsi dan respon publik terhadap para calon wakil presiden.

2. KAJIAN PUSTAKA

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang mendorong penelitian dalam mengimplementasikan DeepFace dalam debat calon wakil presiden tahun 2024. Hal ini disebabkan karena model DeepFace mampu mendeteksi wajah dan emosi wajah dengan sangat baik. Pada penelitian oleh Venkatesan dkk. [12], model DeepFace memungkinkan analisis wajah dengan tingkat akurasi sebesar 99,81%. Penelitian oleh Rodriguez-Fueryes dkk. [15] menerapkan analisis wajah pada debat pemilu di Spanyol pada Tahun 2019 yang dapat memahami respon emosional peserta debat dengan baik dan cepat.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pemanggilan *library* dan model DeepFace yang telah dilatih, pengunggahan video sebagai *dataset* penelitian untuk dilakukannya tahap *preprocessing*, deteksi emosi menggunakan model DeepFace, dan hasil emosi beserta frekuensinya untuk setiap subjek yang terdapat dalam video yang digunakan. Alur metode pada penelitian dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Skema Perancangan Deteksi Emosi

a. Arsitektur Jaringan Konvolusional

Arsitektur jaringan konvolusional pada *framework* Caffe, yang diimplementasikan melalui *file prototxt*, terdiri dari beberapa tahap. Pertama melibatkan *layer input* yang menerima data citra berukuran 300 x 300 piksel dalam format warna RGB. Selanjutnya, data dinormalisasi menggunakan *BatchNorm* dan *Scale* pada *layers* sebelumnya, bertujuan untuk *scaling* data guna mempercepat konvergensi dan mengurangi ketergantungan pada inisialisasi bobot.

Layer berikutnya adalah lapisan konvolusi yang dilengkapi dengan *batch normalization* dan *scaling*, diaktifkan dengan *bias term* untuk memungkinkan pembelajaran pergeseran data. *Layer* konvolusional pertama bertujuan untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar input secara optimal, dengan penerapan *kaiming initialization*, *padding*, dan *stride* untuk meningkatkan efisiensi pelatihan pada tugas deteksi objek atau klasifikasi.

Setelahnya, *batch normalization* diterapkan untuk stabilisasi *output*, dengan *parameter learning rate* diatur ke 0.0 guna menghindari pembaruan yang dapat mengganggu stabilitas dan mengurangi risiko *overfitting*. *Layer scale* setelah *batch normalization* pada *layer* konvolusi pertama berfungsi untuk memungkinkan model mempelajari *scaling* dan *shifting optimal* pada setiap saluran. Dengan mengatur parameter *learning rate* untuk *weight* dan *bias*, *layer* ini memberikan kontrol terhadap proses adaptasi model terhadap variasi data selama pelatihan, meningkatkan fleksibilitas dan ekspresivitas model dalam menyesuaikan informasi dalam berbagai skala dan distribusi.

Lapisan ReLU berfungsi sebagai fungsi aktivasi yang mengaktifkan nilai positif dan mengabaikan nilai negatif pada inputnya. Selanjutnya, *layer pooling* setelah konvolusi pertama menggunakan *max pooling* dengan *kernel size* 3x3 dan *stride* 2, bertujuan untuk mereduksi dimensi spasial, tetap menjaga informasi penting, dan mempercepat komputasi di lapisan berikutnya.

Block residual digunakan, terdiri dari dua lapisan konvolusi dan penggabungan hasil menggunakan operasi penjumlahan *elementwise*. Kemudian, *layer fully connected* menggabungkan input sebelumnya ke dalam 84 *output*. Bobot diinisialisasi dengan metode "xavier," dan bias diatur untuk berperan dalam pembentukan representasi fitur yang lebih abstrak, mendukung klasifikasi data kompleks.

Output layers menggunakan *SoftMax* untuk klasifikasi objek emosi. Terakhir, *bounding box* ditentukan menggunakan *layer PriorBox* berdasarkan output dari lapisan sebelumnya,

dengan parameter seperti *min_size*, *max_size*, *aspect_ratio*, dan lainnya yang mengontrol karakteristik dari *bounding box* yang dihasilkan.

b. Arsitektur DeepFace

Arsitektur DeepFace dimulai dengan inisiasi argumen parser untuk mengelola input pada tahap pertama. Selanjutnya, dilakukan inisiasi *Deep Neural Network* menggunakan *Single Shot MultiBox Detector* dari file arsitektur prototxt dan model berformat *Caffe* yang telah dilatih sebelumnya. Proses selanjutnya melibatkan inisiasi variabel dan *file output*, serta *input*, pembacaan, dan konfigurasi output video. Fungsi deteksi wajah diinisiasi untuk mengenali wajah dalam setiap *frame*, mengembalikan koordinat *bounding box* wajah yang terdeteksi. Selanjutnya, hasil deteksi wajah dianalisis dalam suatu *region of interest* menggunakan DeepFace, mengembalikan hasil analisis emosi. Proses ini diulang pada setiap *frame video*. Seluruh hasil analisis dan deteksi disimpan dan ditampilkan pada video output. Dengan pendekatan ini, arsitektur DeepFace dapat mengenali wajah, menganalisis emosi, dan menyimpan serta menayangkan hasilnya secara efisien dalam konteks pengolahan video.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model DeepFace akan diaplikasikan untuk mengklasifikasikan ekspresi wajah ketiga kandidat calon wakil presiden republik Indonesia pada saat debat berlangsung. Video yang digunakan untuk dianalisa dalam penelitian ini berdurasi 120 detik. Video tersebut dipisahkan di setiap detiknya, sehingga didapatkan 120 frame atau gambar. DeepFace akan mendeteksi ekspresi wajah setiap calon wakil presiden di setiap detiknya.

DeepFace akan mengklasifikasikan ekspresi wajah pada ketiga kandidat calon Wakil Presiden menjadi tujuh jenis ekspresi berbeda. Jenis ekspresi yang melibatkan meliputi ekspresi bahagia, terkejut, takut, netral, marah, kesal, dan sedih. Hasil yang dikeluarkan oleh DeepFace akan disajikan dalam bentuk persentase, menunjukkan seberapa besar kemungkinan masing-masing ekspresi terjadi pada setiap kandidat. DeepFace juga akan mendeteksi *bounding box* yang diwarnai dengan persegi panjang berwarna hijau untuk mendeteksi muka yang akan diklasifikasikan ekspresinya. Berikut ini merupakan contoh sampel hasil yang didapatkan dari DeepFace, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel Hasil dari Analisa DeepFace

a. Ekspresi Dominan pada Muhaimin

Berdasarkan frekuensi ekspresi dominan dari hasil yang didapatkan pada Tabel 1, Muhaimin memiliki ekspresi sedih saat menyampaikan visi dan misinya dalam konteks debat yang berlangsung. Meskipun ada beberapa emosi yang hampir mendekati seperti rasa bahagia dan takut, rasa sedih tetap mendominasi. Kemudian terdapat sedikit ekspresi marah, namun tidak signifikan dibandingkan dengan ketiga emosi disebut sebelumnya.

Tabel 1. Frekuensi Ekspresi Muhaimin

Ekspresi Wajah	Frekuensi
Bahagia	30
Terkejut	0
Takut	33
Netral	1
Marah	13
Kesal	0
Sedih	43

Proporsi emosi marah yang tercatat 13 kali dalam analisis frekuensi dianggap tidak signifikan, karena memiliki *gap* perbandingan yang lumayan dengan emosi lain yang tercatat, yaitu sedih 43 kali, takut 33 kali, dan bahagia 30 kali. Demikian pemahaman terhadap ekspresi wajah sebagai indikator *non-verbal* menjadi relevan, mengingat ekspresi tersebut dapat mencerminkan sikap dan emosi individu selama proses penyampaian gagasan.

b. Ekspresi Dominan pada Gibran

Berdasarkan frekuensi ekspresi dominan dari hasil yang didapatkan pada Tabel 2, Gibran tampak sangat penuh rasa takut saat menyampaikan gagasan visi dan misinya. Gibran terlihat seperti merasa tertekan atau cemas terkait dengan gagasan yang ia janjikan atau tanggung jawabnya nanti jika terpilih menjadi wakil presiden Indonesia. Meskipun terdapat ekspresi netral, namun perasaan takut mendominasi ekspresinya. Hal tersebut memberikan suasana

tegang saat debat berlangsung. Kemudian ekspresi marah dan sedih juga terlihat, tetapi tidak sebanyak ekspresi takut.

Tabel 2. Frekuensi Ekspresi Gibran

Ekspresi Wajah	Frekuensi
Bahagia	11
Terkejut	0
Takut	54
Netral	25
Marah	14
Kesal	0
Sedih	16

Ekspresi netral yang muncul meskipun secara numerik signifikan tidak mampu meredakan dominasi perasaan takut dalam ekspresi Gibran. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun secara visual tidak menampilkan ekspresi khusus, namun kecemasan yang mendalam tetap menyertai presentasinya, menciptakan suasana tegang selama debat. Penambahan dimensi emosional, seperti ekspresi marah dan sedih, meskipun frekuensinya tidak sebanyak ekspresi takut, memberikan pemahaman tambahan tentang kompleks perasaan yang mungkin dialami oleh Gibran. Secara keseluruhan, ekspresi wajah yang dipresentasikan mencerminkan ketegangan dan beban emosional yang dialami olehnya, memperkaya interpretasi atas responnya terhadap tugas-tugas besar yang akan diemban.

c. Ekspresi Dominan pada Mahfud

Berdasarkan frekuensi ekspresi dominan dari hasil yang didapatkan pada Tabel 3, Mahfud terlihat sangat netral dan tenang saat menyampaikan gagasan visi dan misinya. Tidak terlihat tanda-tanda perasaan yang ekstrem, dengan mayoritas ekspresi bersifat netral. Mungkin ia ingin memberikan kesan stabil dan terkontrol, menekankan pada rasionalitas dan kebijaksanaan dalam visi dan misinya. Meskipun terdapat elemen kebahagiaan, namun emosi tersebut tidak signifikan.

Tabel 2. Frekuensi Ekspresi Mahfud

Ekspresi Wajah	Frekuensi
Bahagia	49
Terkejut	1
Takut	0
Netral	69
Marah	1
Kesal	0
Sedih	0

Pendekatan yang tenang dan netral dalam ekspresi wajah Mahfud dapat diartikan sebagai usaha untuk menyampaikan pesan secara objektif tanpa penekanan emosional yang berlebihan. Dengan menonjolkan ekspresi netral, Mahfud kemungkinan ingin menekankan bahwa visi dan misi yang disampaikan berdasarkan pada pertimbangan yang matang dan rasional, dengan fokus pada kebijaksanaan dalam pengambilan Keputusan. Elemen kebahagiaan, meskipun ada, tidak mendominasi keseluruhan ekspresi, mencerminkan pendekatan yang lebih serius dan penekanan pada aspek rasionalitas.

5. KESIMPULAN

Model DeepFace, berdasarkan jaringan saraf convolutional, digunakan untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi dalam klasifikasi ekspresi wajah, secara otomatis mendeteksi ekspresi di setiap *frame*. Model DeepFace mampu mendeteksi ekspresi wajah secara otomatis pada setiap *framennya*. Informasi ini diaplikasikan untuk mengidentifikasi berbagai corak emosi, seperti antusiasme, kepercayaan diri, atau bahkan kebingungan kandidat dalam menyampaikan visi, misi, dan gagasannya. Analisis difokuskan pada tiga kandidat, yaitu Muhaimin, Gibran, dan Mahfud. Hasil penelitian menunjukkan dominasi ekspresi sedih pada Muhaimin, ketegangan melalui ekspresi takut pada Gibran, dan kecenderungan netral dengan penekanan pada kesan stabil dan rasional pada Mahfud. Dengan demikian, analisis ekspresi wajah melalui DeepFace dapat memberikan kontribusi yang berharga dalam pemahaman dan interpretasi atas komunikasi *non-verbal* para calon Wakil Presiden, membuka jalan untuk penelitian lebih lanjut tentang pengaruh ekspresi wajah terhadap persepsi dan respons publik terhadap para pemimpin politik.

DAFTAR PUSTAKA

S. K. Khare, V. Blanes-Vidal, E. S. Nadimi, and U. R. Acharya, "Emotion Recognition and Artificial Intelligence: A Systematic Review (2014–2023) and Research

- Recommendations,” *Inf. Fusion*, vol. 102, p. 102019, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.102019>.
- S. Gu, F. Wang, N. P. Patel, J. A. Bourgeois, and J. H. Huang, “A Model for Basic Emotions Using Observations of Behavior in *Drosophila*,” *Front. Psychol.*, vol. 10, Apr. 2019, doi: [10.3389/fpsyg.2019.00781](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00781).
- J. Moini, A. LoGalbo, and R. Ahangari, “Chapter 14 - Emotions,” J. Moini, A. LoGalbo, and R. B. T.-F. of the M. Ahangari Brain, and Behavioral Relationships, Eds., Academic Press, 2024, pp. 229–238. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95975-9.00021-4>.
- K. S. LaBar, “Emotion,” A. W. B. T.-B. M. Toga, Ed., Waltham: Academic Press, 2015, pp. 619–624. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397025-1.00055-5>.
- R. M. Stoller and J. B. Freeman, “Chapter 7 - The Neuroscience of Social Vision,” J. R. Absher and J. B. T.-N. P. Cloutier Social Cognition, and Character, Eds., San Diego: Academic Press, 2016, pp. 139–157. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800935-2.00007-5>.
- A. A. Pise *et al.*, “Methods for Facial Expression Recognition with Applications in Challenging Situations,” *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2022, p. 9261438, 2022, doi: [10.1155/2022/9261438](https://doi.org/10.1155/2022/9261438).
- G. M, P. A, S. V, S. M, and L. K, “Improved Facial Emotion Recognition using Yolo and DeepFace for Music suggestion,” in *2022 3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*, 2022, pp. 1124–1127. doi: [10.1109/ICESC54411.2022.9885456](https://doi.org/10.1109/ICESC54411.2022.9885456).
- J. Kaur, J. Saxena, J. Shah, Fahad, and S. P. Yadav, “Facial Emotion Recognition,” in *2022 International Conference on Computational Intelligence and Sustainable Engineering Solutions (CISES)*, 2022, pp. 528–533. doi: [10.1109/CISES54857.2022.9844366](https://doi.org/10.1109/CISES54857.2022.9844366).
- P. Xiao, *Artificial Intelligence Programming with Python: From Zero to Hero*. Wiley, 2022.
- Y.-D. Zhang *et al.*, “Facial Emotion Recognition Based on Biorthogonal Wavelet Entropy, Fuzzy Support Vector Machine, and Stratified Cross Validation,” *IEEE Access*, vol. 4, pp. 8375–8385, 2016, doi: [10.1109/ACCESS.2016.2628407](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2628407).
- A. George, H. Wimmer, and C. Rebman, “ARTIFICIAL INTELLIGENCE FACIAL EXPRESSION RECOGNITION FOR EMOTION DETECTION: PERFORMANCE AND ACCEPTANCE,” *Issues Inf. Syst.*, 2020, doi: [10.48009/4_iis_2020_81-91](https://doi.org/10.48009/4_iis_2020_81-91).
- R. Venkatesan, S. Shirly, M. Selvarathi, and T. J. Jebaseeli, “Human Emotion Detection Using DeepFace and Artificial Intelligence,” in *RAiSE-2023*, Basel Switzerland: MDPI, Dec.

2023, p. 37. doi: 10.3390/engproc2023059037.

C. A. Corneanu, M. O. Simón, J. F. Cohn, and S. E. Guerrero, "Survey on RGB, 3D, Thermal, and Multimodal Approaches for Facial Expression Recognition: History, Trends, and Affect-Related Applications," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 38, no. 8, pp. 1548–1568, 2016, doi: 10.1109/TPAMI.2016.2515606.

Z. Zhang, "Deep Face Emotion Recognition," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1087, no. 6, p. 62036, Sep. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1087/6/062036.

A. Rodríguez-Fuertes, J. Alard-Josemaría, and J. E. Sandubete, "Measuring the Candidates' Emotions in Political Debates Based on Facial Expression Recognition Techniques," *Front. Psychol.*, vol. 13, May 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.785453.